

том, что датчики жестко закреплены, нету зависимости результатов измерения от вибрационных и ударных перегрузок.

В качестве датчиков используются: трехосевой цифровой акселерометр ADXL312 компании Analog Device и трехосевой феррозондовый магнитометр FLC3-70 компании Stefan Mayer Instruments.

Список информационных источников

1. Исаченко В.Х., Инклинометрия скважин, М.: Недра, 1987, 216 с.
2. Зельцман П.А., Конструирование аппаратуры для геофизических исследований скважин, изд-во “Недра”, 1968, стр. 180.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КУБСАТА (ФОРМАТ 3U) ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАГРУЗОК

Смолянский В.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Костюченко Т.Г., к.т.н., доцент кафедры
точного приборостроения*

При проведении исследований по определению работоспособности спутника после воздействия нагрузок конструкция МКА (рисунок 1) была представлена без некоторых позиций (крышек и антенн). Это обусловлено тем, что бы увидеть наглядно анализ всех конструктивных элементов сборки.

При этом нет необходимости определять работоспособность всей сборки, что упрощает расчет и повышает его качество, позволяет применять классические методы расчета.

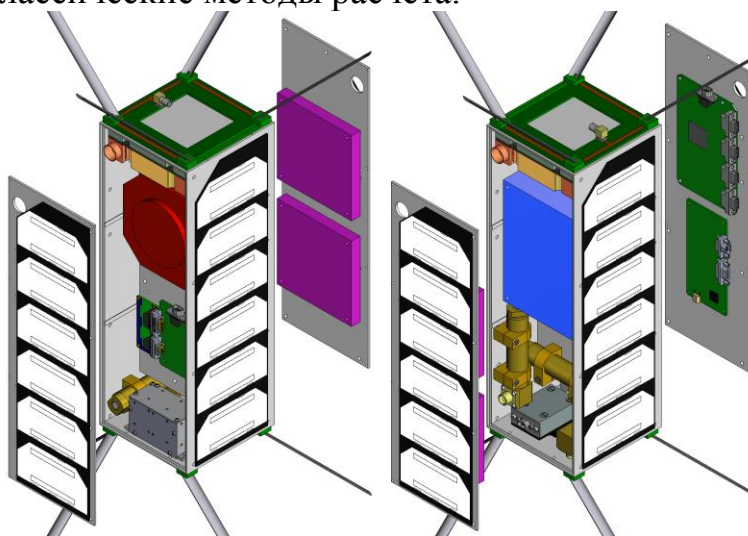


Рисунок 1 – 3D модель первой МКА

Исследования по определению работоспособности МКА при воздействии нагрузок проводилось на 3D моделях, созданных в программном комплексе T-FLEX CAD 3D. Расчеты по частотному анализу, на квазистатическую нагрузку проводились в модуле T-FLEX Анализ, использующем метод конечных элементов [1, 2].

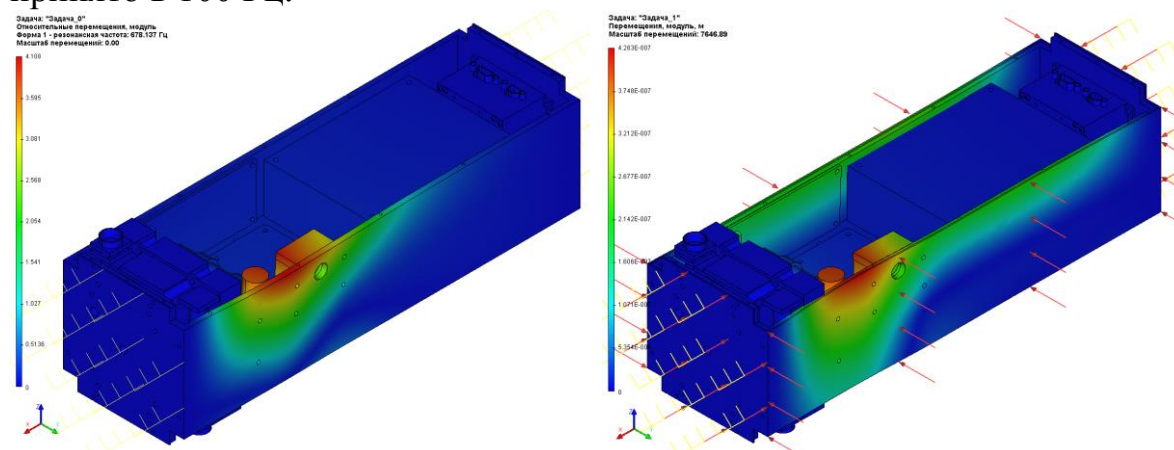
При проведении исследований по определению работоспособности спутника для элементов конструкции применялись материалы, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Материалы элементов МКА и их характеристики

Конструктивный элемент	Материал	Плотность, кг/мм ³	Предел прочности и на разрыв, Н/мм ²	Предел прочности и на сжатие, Н/мм ²	Модуль упругости, Н/мм ²	Коэффициент Пуассона
Корпусные детали	Алюминиевый сплав	$2,7 \cdot 10^{-6}$	65,9356	65,9356	70000	0,3
Платы и их комплектующие	Пластмасса	$1,7 \cdot 10^{-6}$	530	530	34	0,13
Шлейфы, переходники, кабели	Медный провод	$8,93 \cdot 10^{-6}$	394,38	394,38	110000	0,37

Частотный анализ конструкции проведен с целью исключения возникновения в условиях эксплуатации такого механического явления, как резонанс.

Форма колебаний показывает, какие относительные деформации (перемещения) будет испытывать конструкция в случае возникновения резонанса на соответствующей собственной частоте. Минимальное значение собственной частоты для любого элемента конструкции принято в 100 Гц.



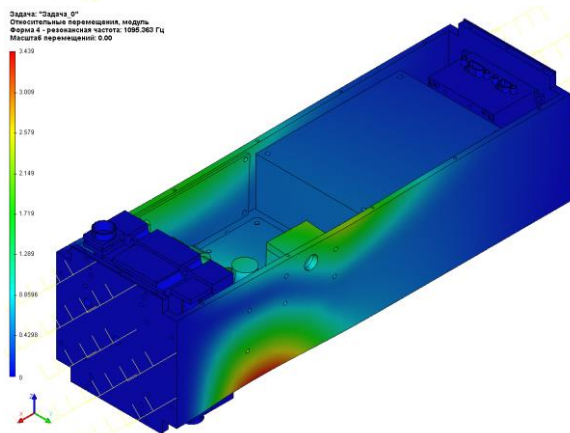
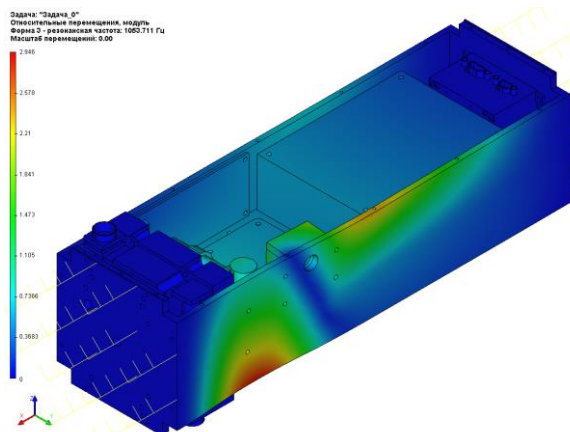
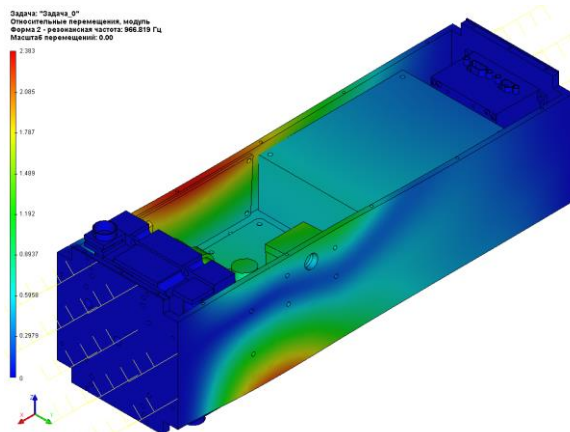


Рисунок 2 – Результаты расчета собственных частот

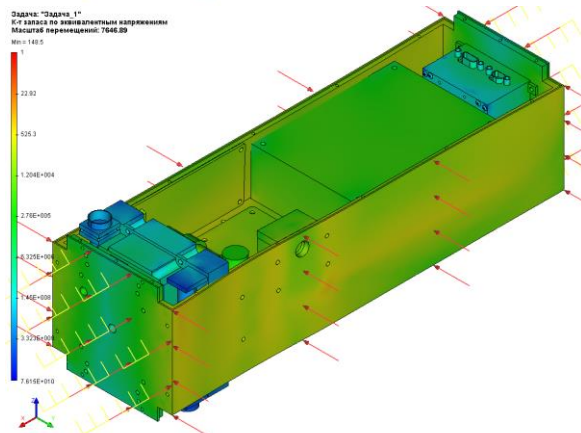
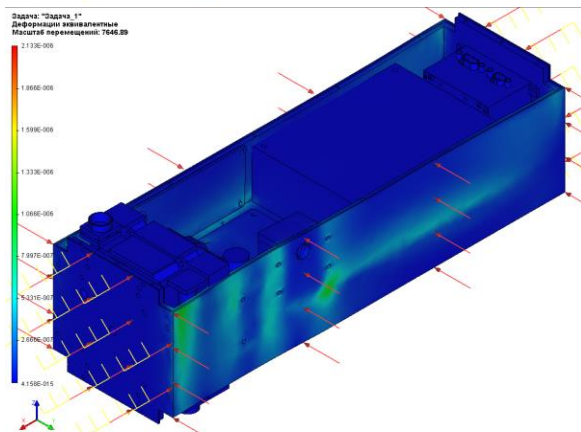
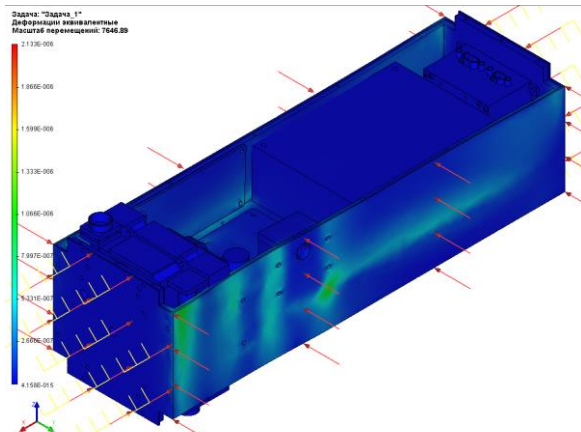


Рисунок 3 – Результаты расчета при квазистатических нагрузках

В таблице 2 приведены результаты частотного анализа после некоторой корректировки конструкторских размеров силовых элементов сборки.

Таблица 2 – Результаты частотного анализа

Форма	Шаг сетки		
	0,2	0,1	0,05
Частота, Гц			
1	678,565	586,616	521,678

2	966,485	805,624	765,689
3	1050,654	951,518	832,885
4	1094,627	973,789	892,516

Квазистатическая нагрузка прикладывалась для вариантов эксплуатации в полете, поскольку величины нагрузок на земле во время транспортировки перекрываются величинами полетных нагрузок.

Нагрузка прикладывалась для четырех вариантов полета: старт; полет 1 ступени; полет 2 ступени; полет 3 ступени (таблица 3).

В расчетах коэффициент безопасности взят максимальным, предусмотренным при наземной эксплуатации прибора, значение – 2,0.

Таблица 3 – Величины полетных перегрузок

Случай эксплуатации	Перегрузка, g	
	Продольная (X)	Поперечная (Y, Z)
Старт	3,6±0,7	±2,5
Полет 1 ступени	8,6±0,5	-0,5±1,0
Полет 2 ступени	7,8±0,5	±0,8
Полет 3 ступени	-0,5±3,4	±0,7

В таблице 4 приведены результаты расчета сборки при статических нагрузках (рисунок 3) для всех случаев. Данные параметры, наиболее полно отражают характер изменения конструкции при заданных квазистатических нагрузках.

Таблица 4 – Результаты квазистатического анализа

	Перемещения узлов сетки, модуль, м	Деформации эквивалентные	Напряжения эквивалентные, Н/м ²	Коэф-т запаса по эквивалентным напряжениям
Случай эксплуатации – Старт				
Сетка 0,2	2,423·10 ⁻⁶ - 2,237·10 ⁻⁵	1,588·10 ⁻¹⁰ -7,962·10 ⁻⁵	8,978 - 3564	3,734·10 ⁶ - 7782
Сетка 0,1	2,823·10 ⁻⁶ - 2,405·10 ⁻⁵	1,631·10 ⁻¹⁰ -7,532·10 ⁻⁵	7,975 - 4032	3,865·10 ⁶ - 6565
Сетка 0,05	2,976·10 ⁻⁶ - 2,481·10 ⁻⁵	7,187·10 ⁻¹¹ -8,526·10 ⁻⁵	4,953 - 4890	4,185·10 ⁶ - 5562
Случай эксплуатации – Полет 1 ступени				
Сетка 0,2	4,258·10 ⁻⁶ - 3,606·10 ⁻⁵	4,020·10 ⁻¹⁰ -15,380·10 ⁻⁵	24,390 - 6016	1,048·10 ⁶ - 4251
Сетка 0,1	4,702·10 ⁻⁶ - 3,962·10 ⁻⁵	4,144·10 ⁻¹⁰ -15,650·10 ⁻⁵	25,390 - 6109	1,007·10 ⁶ - 4186
Сетка 0,05	4,905·10 ⁻⁶ - 4,124·10 ⁻⁵	3,990·10 ⁻¹⁰ -17,640·10 ⁻⁵	16,080 - 6799	1,591·10 ⁶ - 3761
Случай эксплуатации – Полет 2 ступени				
Сетка 0,2	3,971·10 ⁻⁶ - 3,377·10 ⁻⁵	2,794·10 ⁻¹⁰ -13,850·10 ⁻⁵	20,57 - 5488	1,133·10 ⁶ - 4660
Сетка 0,1	4,377·10 ⁻⁶ - 3,701·10 ⁻⁵	2,763·10 ⁻¹⁰ -12,100·10 ⁻⁵	21,32 - 5573	1,146·10 ⁶ - 4589
Сетка 0,05	4,562·10 ⁻⁶ - 3,849·10 ⁻⁵	1,702·10 ⁻¹⁰ -15,91·10 ⁻⁵	14,75 - 6201	1,860·10 ⁶ - 4124
Случай эксплуатации – Полет 3 ступени				
Сетка 0,2	2,218·10 ⁻⁶ - 5,741·10 ⁻⁶	7,838·10 ⁻¹¹ -5,491·10 ⁻⁵	6,139 - 2247	3,583·10 ⁶ - 11380
Сетка 0,1	2,384·10 ⁻⁶ - 2,107·10 ⁻⁵	4,265·10 ⁻¹¹ -5,587·10 ⁻⁵	4,252 - 2280	6,014·10 ⁶ - 11220
Сетка 0,05	2,459·10 ⁻⁶ - 2,168·10 ⁻⁵	3,875·10 ⁻¹¹ -6,347·10 ⁻⁵	3,323 - 2633	1,101·10 ⁷ - 10060

Список информационных источников

1. Костюченко Т.Г. САПР в приборостроении: учебное пособие. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.-207 с.

2. T-FLEX анализ. Пособие по работе с системой. – Москва, 2011.

РАЗРАБОТКА МАГНИТНОГО СИГНАЛИЗАТОРА ДЛЯ ДАТЧИКА ПРОХОЖДЕНИЯ СРЕДСТВ ОЧИСТКИ И ДИАГНОСТИКИ ПО МАГИСТРАЛЬНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ

Тараканец Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Лапшин Б.М., к.т.н., заведующий
лабораторией №62*

По магистральным нефтегазопроводам пропускают различного рода технологические внутретрубные объекты (ВТО): скребки, поршни, разделители, кайманы и средства внутретрубной диагностики. Перемещение этих объектов по трубопроводам необходимо контролировать для исключения негативных последствий, которые могут возникнуть в случае потери местонахождения ВТО. С этой целью вдоль трубопровода на всём его протяжении устанавливаются датчики-сигнализаторы, которые при прохождении ВТО отправляют сигнал в систему линейной телемеханики. До недавнего времени в качестве таких датчиков в основном использовались и используются сигнализаторы двух видов: механические типа СКР, СР, СРУ и акустические типа ДПС-5В, ДПС-7В, СПРА-4. Оба вида этих сигнализаторов имеют ряд недостатков. Основным недостатком механических сигнализаторов является необходимость врезки в стенку трубы рычажной системы. Главный недостаток акустических сигнализаторов обусловлен необходимостью постоянного акустического контакта между датчиком и стенкой трубы, качество которого необходимо контролировать в процессе эксплуатации сигнализатора, поскольку нарушение контакта снижает достоверность контроля и ведет к пропуску ВТО. Указанных выше недостатков лишены магнитные сигнализаторы. Поскольку сам датчик можно устанавливать на трубопровод без врезки и нарушения целостности противокоррозионной изоляции.